

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：12702

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H01370

研究課題名（和文）人骨から読み解く日本列島人の食生活 食物の変遷と多様性の復元

研究課題名（英文）The reconstruction of transition and diversity of diet in Japan

研究代表者

澤藤 りかい (Sawafuji, Rikai)

総合研究大学院大学・統合進化科学研究センター・日本学術振興会特別研究員（CPD）

研究者番号：50814612

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：過去のヒトが摂取していた食物の多様性や時代変化を調べることで、生業や経済と食生活の関連や、食性が健康に与えた影響がわかる。本研究では合計100試料以上の現代・古代の歯石からDNAを抽出し、動植物・バクテリア・ウイルスの包括的なデータベースにアライメントを行った。その結果、ショットガンシーケンスではヒト以外の動植物DNAはほとんど検出されず、動植物DNAの濃縮が必要であることがわかった。一方で古代歯石でよく見られる口腔細菌では日本独自の古いクレードが存在し、江戸時代まで受け継がれていたことがわかった。また骨や歯の窒素炭素安定同位体分析や歯石プロテオミクス分析も行い論文として成果を報告した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は日本における、縄文時代から現代までの食性と口腔細菌の変遷を知る上で重要な情報を提供した。またこのような方法論を他の資料にも適用することで、今後日本の歴史の全体像がより鮮明になると考えられる。

研究成果の概要（英文）：By examining the diversity of foods consumed by humans in the past and changes over time, we can understand the link between livelihoods and economies and dietary habits, and the impact of dietary habits on health. In this study, DNA was extracted from a total of more than 100 modern and ancient dental calculus and aligned to a comprehensive database of plants, animals, bacteria and viruses. The results showed that shotgun sequencing detected very little non-human animal and plant DNA, indicating the need for enrichment of animal and plant DNA. On the other hand, it was found that an old clade unique to Japan existed in oral bacteria commonly found in ancient dental calculus and was passed down to the Edo period. Nitrogen carbon stable isotope analysis of bones and teeth, as well as dentin proteomic analysis, were also carried out and the results reported as papers.

研究分野：生物考古学

キーワード：生物考古学

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

歴史文献に記載された食物の分析や、遺跡から出土した動植物遺存体の同定によって、縄文から江戸時代に至る過去の日本列島人の食物の多様性が明らかにされてきた(江原ら 2009; 工藤 2014)。過去のヒトがどのくらい多様な食物を食べていたかは、健康や社会経済システムの変化とも関連する。たとえば、炭水化物に偏った食性は虫歯の罹患率を増加させ、生業が変化したり交易が盛んになると利用可能な食物は変化する。

しかし、これまでの歴史学的・考古学的手法には、i) 記載・同定された食物が実際に人びとに食べられていたか判別できない、ii) 地域や時代に典型的な食物は明らかにできても個体ごとの食性の差は明らかにできない、iii) 異なる時代・地域を同じ手法で比較するのが困難、という制約があった。過去の日本列島人が、性・年齢・社会的地位によって、利用可能な食物のなかから実際に何を食べていたかを、一貫した手法でシステムチックに調べた研究はない。

2. 研究の目的

過去のヒトが摂取していた食物の多様性や時代変化を調べることで、生業や経済と食生活の関連や、食性が健康に与えた影響がわかる。本研究では、生前摂取していた食品目リストを個人ごとに復元できる新手法(歯石 DNA 分析)を日本各地の古人骨に適用し、縄文から江戸時代までの食物の変遷を高解像度に調べる。さらに、同じ古人骨資料に対して安定同位体分析、口内細菌叢分析、形態分析を実施することで、食物カテゴリーごとの摂取割合や、口腔内の健康状態も評価する。すべての時代や地域を通じて一貫した手法で、性・年齢・社会階層などと紐付けられる個体レベルの食性の情報を得て、その健康影響も調べることで、これまでの歴史学や考古学の成果よりも高い解像度で、日本列島人の食性の変遷と多様性を明らかにする。これにより、稲作農耕の開始や交易によって食物の多様性がどう変化したかなどを議論する。

3. 研究の方法

動植物のミトコンドリア・葉緑体ゲノムとバクテリア・ウイルスを含む包括的なデータベースにアライメントを行った。その後、SourceTracker や decOM などのツールを用いて歯石 DNA に主に口腔細菌叢が含まれるかを確認した。特に得られたバクテリアの配列について、古代歯石で多く検出される Anaerolineaceae bacterium oral taxon 439 の系統解析を行い、日本あるいは他の地域の系統との比較解析を行った。

また、形態情報・骨や歯からの窒素炭素安定同位体分析、古代プロテオミクス分析も取り入れることにより、より包括的で多面的な解析を行った。

4. 研究成果

古代 DNA に関して、SourceTracker や decOM の解析により、状態の悪い一部のサンプルを除いて、多くの歯石サンプルでは口腔細菌が主な構成要素であることがわかり、結果の信頼性を担保することができた(図 1)。

一方で、ショットガンシーケンスの解析においては、動植物 DNA(ヒト DNA を除く)はほとんど含まれておらず、信頼の高い結果を得るには不十分であることも判明した。食物 DNA の解析を歯石において行うためには、メタバーコーディングあるいは動植物 DNA の濃縮(ターゲットキャプチャ)が必要であるが、メタバーコーディングでは古代 DNA 特有のダメージパターンを検出することができず、特に古いサンプルには不向きなため、ターゲットキャプチャが最も適切な方法であると考えられる。今後はターゲットキャプチャの手法を改良し、動植物 DNA が検出できるパイプラインを構築していく。また本年度では共同研究として、イタリアのシチリア島の San Teodoro 洞窟の古人骨の歯石 DNA 解析も行った。

次に口腔細菌叢の系統解析を行い、特に古代の歯石で豊富に存在する Anaerolineaceae bacterium oral taxon 439 に関して、日本独自の古いクレードが存在し、縄文人とオホーツク時代人で共通のクレードが江戸時代まで受け継がれていたことも分かった。

また、骨や歯の窒素炭素安定同位体分析のメタ解析や歯石プロテオミクス分析の成果も論文として出版した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Shiba Takahiko, Komatsu Keiji, Sudo Takeaki, Sawafuji Rikai, Saso Aiko, Ueda Shintaroh, Watanabe Takayasu, Nemoto Takashi, Kano Chihiro, Nagai Takahiko, Ohsugi Yujin, Katagiri Sayaka, Takeuchi Yasuo, Kobayashi Hiroaki, Iwata Takanori	4. 巻 11
2. 論文標題 Comparison of Periodontal Bacteria of Edo and Modern Periods Using Novel Diagnostic Approach for Periodontitis With Micro-CT	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Cellular and Infection Microbiology	6. 最初と最後の頁 723821
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fcimb.2021.723821	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Alpaslan-Roodenberg, S., Anthony, D., Babiker, H., Banffy, E., Booth, T., Capone, P., Deshpande-Mukherjee, A., Eisenmann, S., Fehren-Schmitz, L., Frachetti, M., Fujita, R., Frieman, C. J., Fu, Q., Gibbon, V., Haak, W., Hajdinjak, M., Hofmann, K. P., Holguin, B., Inomata, T.,..., Sawafuji, R., et al.	4. 巻 599
2. 論文標題 Ethics of DNA research on human remains: five globally applicable guidelines	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 41 ~ 46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-021-04008-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Sawafuji Rikai, Tsutaya Takumi, Ishida Hajime	4. 巻 130
2. 論文標題 A review of the spread and habitat of the genus: Focusing on East Asia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Anthropological Science (Japanese Series)	6. 最初と最後の頁 55 ~ 74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1537/asj.220214	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sawafuji Rikai, Tsutaya Takumi	4. 巻 128
2. 論文標題 Applications of mass spectrometry-based proteomics in archaeology and palaeoanthropology	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Anthropological Science (Japanese Series)	6. 最初と最後の頁 1 ~ 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1537/asj.200213	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sawafuji Rikai, Saso Aiko, Suda Wataru, Hattori Masahira, Ueda Shintaroh	4. 巻 15
2. 論文標題 Ancient DNA analysis of food remains in human dental calculus from the Edo period, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0226654
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0226654	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 澤藤りかい, 太田博樹, 石田肇	4. 巻 -
2. 論文標題 環境DNAから読み解く古環境と文化	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 アジアにおけるホモ・サピエンス定着プロセスの地理的編年的枠組み構築4 (パレオアジアA01班2019年度研究報告)	6. 最初と最後の頁 114-118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Uchida-Fukuhara Yoko, Shimamura Shigeru, Sawafuji Rikai, Nishiuchi Takumi, Yoneda Minoru, Ishida Hajime, Matsumura Hirofumi, Tsutaya Takumi	4. 巻 14
2. 論文標題 Palaeoproteomic investigation of an ancient human skeleton with abnormal deposition of dental calculus	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 5938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-024-55779-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tsutaya Takumi, Doi Naomi, Katagiri Chiaki, Sawafuji Rikai, Yoneda Minoru	4. 巻 132
2. 論文標題 Human diet of premodern mainland Japan: a meta-analysis of carbon and nitrogen stable isotope ratios	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Anthropological Science	6. 最初と最後の頁 27~38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1537/ase.230718	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Scorrano Gabriele, Nielsen Sofie Holtmark, Vetro Domenico Lo, Sawafuji Rikai et al.	4. 巻 5
2. 論文標題 Genomic ancestry, diet and microbiomes of Upper Palaeolithic hunter-gatherers from San Teodoro cave	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 1262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-022-04190-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計5件(うち招待講演 1件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 澤藤りかい
2. 発表標題 古代の病原体DNA解析;その動向と評価について
3. 学会等名 人文学のための古代DNAセミナー(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 澤藤りかい・上原麗・加藤均・植田信太郎・木村亮介・石田肇
2. 発表標題 現代人歯石からの食物DNA解析
3. 学会等名 日本人類学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤藤りかい, 上原麗, 石田肇
2. 発表標題 現代・古代人の歯石DNA解析
3. 学会等名 パレオアジア文化史学第9回研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澤藤りかい, 蔦谷匠, 石田肇
2. 発表標題 アジア東部の後期更新世のホモ属に関するレビュー
3. 学会等名 パレオアジア文化史学第10回研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澤藤りかい
2. 発表標題 古代DNAと人類の肉食
3. 学会等名 第76回日本人類学会大会・第38回日本霊長類学会連合大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

江戸時代の人骨から口腔内細菌叢を解析 歯石DNAから江戸時代の口腔内細菌群を特定 https://www.soken.ac.jp/news/7118/

6. 研究組織			
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	佐宗 亜衣子 (Saso Aiko) (10532658)	新潟医療福祉大学・リハビリテーション学部・助教 (33111)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	須藤 毅頭 (Sudo Takeaki) (10821168)	東京医科歯科大学・統合教育機構・特任助教 (12602)	
研究分担者	長岡 朋人 (Nagaoka Tomohito) (20360216)	青森公立大学・経営経済学部・准教授 (21101)	
研究分担者	太田 博樹 (Oota Hiroki) (40401228)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授 (12601)	
研究分担者	小林 宏明 (Kobayashi Hiroaki) (50396967)	東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・非常勤講師 (12602)	
研究分担者	澤藤 匠(鶯谷匠) (Sawafuji Takumi) (80758813)	総合研究大学院大学・先導科学研究科・助教 (12702)	
研究分担者	福原 瑤子(内田瑤子) (Fukuhara Yoko) (60779742)	岡山大学・医歯薬学域・助教 (15301)	
研究分担者	根本 昂 (Nemoto Takashi) (20964836)	東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・非常勤講師 (12602)	
研究分担者	芝 多佳彦 (Shiba Takahiko) (90802306)	東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・助教 (12602)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
デンマーク	コペンハーゲン大学			